نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: فشار - دشوار

مرکز مشاوره تحصیلی راه روشن

۱) ابعاد پنجره‌ی آشپزخانه‌ای $۳/۴\,m \times ۲/۱\,m$ است. اگر بر اثر عبور توفان شدیدی، فشار هوای بیرون به $۰/۹۶\,atm$ کاهش یابد ولی فشار هوای داخل خانه همان $۱\,atm$ باقی بماند، اندازه‌ی نیروی خالصی که پنجره را به بیرون می‌راند، چند نیوتون است؟ ($۱\,atm = ۱۰^{۵}\,pa$)

۱) ۲۸۶۵۰
۲) ۷۱۴۰۰۰
۳) ۶۸۵۴۴۰
۴) ۲۸۵۶۰

پاسخ: گزینه ۴

نیروی خالص بر اثر اختلاف فشار بیرون و داخل به‌وجود می‌آید، داریم:

$$\Delta P = ۱ - ۰/۹۶ = ۰/۰۴\,atm = ۴۰۰۰pa$$

$$F = \Delta P \times A = ۴۰۰۰ \times (۲/۱ \times ۳/۴) = ۲۸۵۶۰\,N$$

۲) یک لوله‌ی مویین با سطح مقطع $۰/۵mm^{۲}$ را در ظرفی محتوی آب قرار می‌دهیم. اگر نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه در راستای قائم برابر $۱/۲ \times ۱۰^{-۳}\,N$ باشد، آب تا چه ارتفاعی برحسب سانتی‌متر در لوله بالا می‌رود؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$, $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^{۳}}$)

۱) ۲۴
۲) ۲/۴
۳) ۱۲
۴) ۱/۲

پاسخ: گزینه ۱

آب در لوله تا جایی بالا می‌رود که وزن ستون آب در لوله(mg) با برایند نیروهای چسبندگی سطحی بین لوله و آب(F) برابر شود.

$$F = W = mg = \rho V g = \rho A h g$$

$$\Rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱۰^{۳} \times ۰/۵ \times ۱۰^{-۶} \times h \times ۱۰$$

$$\Rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^{-۳} = ۵ \times ۱۰^{-۳} h \Rightarrow h = ۰/۲۴m \Rightarrow h = ۲۴cm$$

(۳) در شکل زیر، ظرفی را از مایعی به چگالی $۵\frac{g}{cm^۳}$ پُر کرده‌ایم. نیروی کل وارد بر کف ظرف چند نیوتون است؟ (مساحت کف ظرف برابر با $۴۰cm^۲$ ، $P_۰ = ۱۰^۵ Pa$ ، $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ ، $\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)

۱) ۷۲

۲) ۷۲۰

۳) ۷/۲

۴) ۰/۷۲

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا فشار کل در کف ظرف را حساب می‌کنیم. دقت کنید باید ارتفاع قائم مایع را به‌دست آوریم.

$$\sin ۵۳^\circ = \frac{h}{x} \xrightarrow{x=۲m} \frac{h}{۲} = ۰/۸ \Rightarrow h = ۱/۶m$$

$$P = P_۰ + \rho gh \xrightarrow{\rho=۵۰۰۰\frac{kg}{m^۳},\ h=۱/۶m,\ P_۰=۱atm=۱۰^۵Pa}$$

$$P = ۱۰^۵ + ۵۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱/۶ \Rightarrow P = ۱/۸ \times ۱۰^۵ Pa$$

اکنون از رابطه‌ی $P = \frac{F}{A}$، نیروی وارد بر کف ظرف را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow[P=۱/۸\times۱۰^۵Pa]{A=۴۰cm^۲=۴۰\times۱۰^{-۴}m^۲} ۱/۸ \times ۱۰^۵ = \frac{F}{۴۰\times۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow F = ۷۲۰N$$

۴) در یک مخزن استوانه‌ای شکل آب و جیوه با جرم‌های یکسان ریخته شده و مجموع ارتفاع دو مایع $73cm$ شده است. فشاری که از این دو مایع بر ته مخزن وارد می‌شود چند سانتی‌متر جیوه است؟(ρآب $= 1\frac{g}{cm^3}$، ρجیوه $= 13/6\frac{g}{cm^3}$).

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۶۸
۴) ۷۳

پاسخ: گزینه ۲

اگر A سطح مقطع داخلی ظرف باشد، داریم:

آب: (۱) جیوه: (۲)

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_1 (Ah_1) = \rho_2 (Ah_2)$$

$$\Rightarrow 1 \times h_1 = 13/6 \times h_2 \Rightarrow h_1 = 13/6 h_2$$

$$h_1 + h_2 = 73 \Rightarrow 13/6 h_2 + h_2 = 73$$

$$\Rightarrow \text{ارتفاع جیوه: } h_2 = \frac{73}{14/6} = 5cm$$

$$\text{ارتفاع آب: } h_1 = 73 - h_2 = 73 - 5 = 68cm$$

$$P_T = P_1 + P_2 \Rightarrow P_T = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow P_T = 1 \times 10^3 \times 10 \times \frac{68}{100} + 13/6 \times 10^3 \times 10 \times \frac{5}{100}$$

$$P_T = 6800 + 6800 = 13600Pa$$

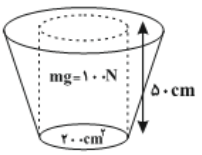
$$\Rightarrow P_T = \rho_{\text{جیوه}} g h' \Rightarrow 13600 = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times h'$$

$$\Rightarrow h' = 0/1m = 10cm \Rightarrow P_T = 10cmHg$$

۵) در ظرفی که مساحت کف آن $200cm^2$ است، تا ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری آب به وزن ۱۵۰ نیوتون می‌ریزیم. نیرویی که مایع به دیواره‌ی کناری ظرف وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ ، ρآب $= 1\frac{g}{cm^3}$)

۱) ۱۰۰
۲) ۵۰
۳) صفر
۴) بستگی به شکل ظرف دارد.

پاسخ: گزینه ۲



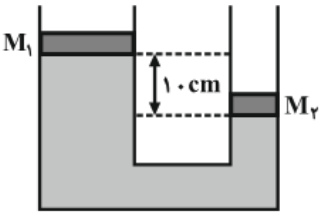
$$V = 200 \times 50 = 10000cm^3 = 10^{-2} m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1000 = \frac{m}{10^{-2}} \Rightarrow m = 10kg$$

$$\Rightarrow mg = 10 \times 10 = 100N \Rightarrow \text{نیروی وارد بر دیواره‌ی ظرف: } 150 - 100 = 50N$$

۱۰۰ نیوتون وزن ستون مایعی است که روی سطح کف ظرف تا ارتفاع $50cm$ قرار دارد و بقیه وزن آب به دیواره‌ی ظرف نیرو وارد می‌کند.

۶) در شکل مقابل، مساحت پیستون بزرگ $A_۱ = ۱۰۰cm^۲$ و جرم آن $M_۱ = ۱kg$، مساحت پیستون کوچک $A_۲ = ۵cm^۲$ و جرم آن $M_۲$ می‌باشد. اگر چگالی مایع زیر پیستون‌ها $۲۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ باشد، $M_۲$ چند کیلوگرم است؟



۱) ۰/۱۵
۲) ۱۵۰
۳) ۰/۲
۴) ۲۰۰

پاسخ: گزینه ۱

با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، داریم:

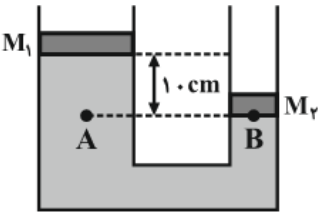
$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow P_۰ + \frac{M_۱ g}{A_۱} + \rho gh = P_۰ + \frac{M_۲ g}{A_۲}$$

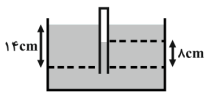
$$\Rightarrow \frac{M_۱}{A_۱} + \rho h = \frac{M_۲}{A_۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۱۰۰\times۱۰^{-۴}} + ۲۰۰۰ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} = \frac{M_۲}{۵\times۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow ۱۰۰ + ۲۰۰ = ۲۰۰۰M_۲ \Rightarrow M_۲ = \frac{۳۰۰}{۲۰۰۰} = \frac{۳}{۲\times۱۰} = ۰/۱۵kg$$



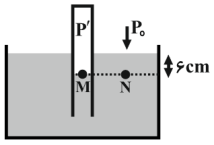
(۷) در شکل زیر دهانه لوله قائمی تا عمق ۱۴ سانتی‌متر درون مایعی به چگالی $۰/۹\ g/cm^۳$ فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتی‌متر باشد فشار هوای داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ (فشار هوای بیرون ۷۶cmHg و چگالی جیوه $۱۳/۵\ g/cm^۳$ است.)



۱) ۷۵/۵
۲) ۷۵/۶
۳) ۷۶/۴
۴) ۷۶/۵

پاسخ: گزینه ۳

اگر فشار هوای داخل لوله را با P' نشان دهیم، با توجه به یکسان بودن فشار نقاط M و N می‌توان نوشت:



$$P_M = P_N \Rightarrow P' = P_۰ + P_{\text{مایع}}$$

برای محاسبه فشاری که ستون مایع به ارتفاع $(h = ۱۴ - ۸ = ۶cm)$ بر روی نقطه N ایجاد می‌کند، برحسب سانتی‌مترجیوه، ارتفاع ستون جیوه‌ای که معادل ستون مایع فشار ایجاد می‌کند را محاسبه می‌نماییم:

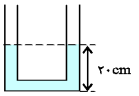
$$\rho h = \rho_{Hg} h_{Hg} \xrightarrow[\rho=۰/۹\frac{g}{cm^۳},\ h=۶cm]{\rho_{Hg}=۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}} ۰/۹ \times ۶ = ۱۳/۵ \times h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = ۰/۴cm \Rightarrow P_{\text{مایع}} = ۰/۴cmHg$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$P' = P_۰ + P_{\text{مایع}} \xrightarrow[P_{\text{مایع}}=۰/۴cmHg]{P_۰=۷۶cmHg} P' = ۷۶ + ۰/۴ = ۷۶/۴cmHg$$

(۸) در شکل زیر، ارتفاع آب در هر شاخه‌ی لوله برابر ۲۰ سانتی‌متر است. درون یکی از شاخه‌ها به آرامی روغن می‌ریزیم تا ارتفاع روغن به ۲۵ سانتی‌متر برسد. در حالت تعادل، ارتفاع آب در شاخه‌ی مقابل چند سانتی‌متر خواهد شد؟ (چگالی آب و روغن به ترتیب $1 g/cm^3$ و $0/6 g/cm^3$ است و قطر لوله در همه‌جا یکسان است.)

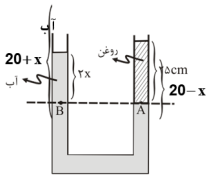


۱) ۲۵
۲) ۲۷/۵
۳) ۳۵
۴) ۳۷/۵

پاسخ: گزینه ۲

چون سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است، جابه‌جایی آب در دو طرف برابر بوده که اگر مقدار آن را با x نشان دهیم، اختلاف ارتفاع آب در دو طرف ۲x خواهد شد، از طرفی با توجه به شکل و یکسان بودن فشار در نقاط A و B می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B$$
$$\Rightarrow P_0 + \rho_{روغن} \times g \times h_{روغن} = P_0 + \rho_{آب} \times g \times h_{آب} \Rightarrow \rho_{روغن} \times ۲۵ = \rho_{آب} \times ۲x$$
$$\xrightarrow[\rho_{آب}=1 \frac{g}{cm^3}]{\rho_{روغن}=0/6 \frac{g}{cm^3}} 0/6 \times ۲۵ = 1 \times ۲x \Rightarrow x = 7/5 cm$$



بنابراین ارتفاع آب در شاخه سمت چپ برابر با $۲۰ + 7/5 = 27/5 cm$ خواهد شد.

(۹) فشار کل در عمق ۲ متری از یک مایع ساکن به چگالی ρ برابر با ۹۰ سانتی‌متر جیوه است. فشار کل در عمق ۵ متری از این مایع برابر با چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($P_0 = ۷۵ cmHg$)

۱) ۹۲/۵
۲) ۱۰۰
۳) ۸۵
۴) ۱۱۲/۵

پاسخ: گزینه ۴

فشار کل در عمق h از یک مایع برابر است با:

$$P = P_0 + \rho g h$$

فشار کل در عمق ۲ متری مایع برابر است با:

$$P_۲ = ۷۵ + \rho g \times (۲) = ۹۰ cmHg$$

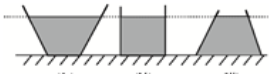
$$\Rightarrow ۲\rho g = ۹۰ - ۷۵ \Rightarrow ۲\rho g = ۱۵ \Rightarrow \rho g = 7/5 \frac{cmHg}{m} \quad (۱)$$

حال فشار در عمق ۵ متری برابر است با:

$$P_۵ = P_0 + \rho g \times ۵ \xrightarrow{(۱)} P_۵ = ۷۵ + 7/5 \times ۵$$

$$\Rightarrow P_۵ = ۷۵ + ۳۷/۵ = ۱۱۲/۵ cmHg$$

۱۰ مطابق شکل، درون سه ظرف با سطح قاعده‌ی یکسان آب به حال تعادل قرار دارد. حال بر سطح آب درون هریک از سه ظرف یک قطعه چوب که هم‌جرم هستند، شناور می‌سازیم. اگر افزایش فشار وارد بر کف ظرف‌های ۱، ۲ و ۳ را ΔP_1، ΔP_2 و ΔP_3 بنامیم، چه رابطه‌ای بین آن‌ها برقرار است؟



(۱) (۲) (۳)

۱) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = 0$
۲) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 \neq 0$
۳) $\Delta P_1 > \Delta P_2 > \Delta P_3$
۴) $\Delta P_1 < \Delta P_2 < \Delta P_3$

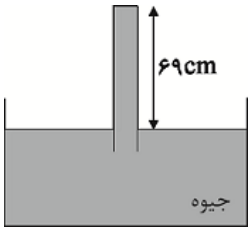
پاسخ: گزینه ۴

با شناور ساختن چوب بر سطح آب، ارتفاع آب در هر سه ظرف افزایش می‌یابد، در نتیجه طبق رابطه‌ی $\Delta P = \rho g \Delta h$، فشار وارد بر کف ظرف افزایش خواهد یافت.

نکته‌ی مهم این‌جاست که تغییر ارتفاع آب در سه ظرف یکسان نیست در ظرف (۱) که دهانه‌ی آن به طرف بالا باز می‌شود، در نتیجه افزایش ارتفاع کم‌تر از افزایش ارتفاع در استوانه‌ی ظرف (۲) است و از طرفی افزایش ارتفاع در ظرف (۳) که به‌طرف بالا تنگ می‌شود، بیش‌تر از ظرف (۲) است. بنابراین:

$\Delta P_1 < \Delta P_2 < \Delta P_3$

(۱۱) در شکل زیر سطح مقطع لوله برابر با $۲۰\ cm^۲$ است. برای این‌که از طرف مایع نیرویی به بزرگی ۲۷ نیوتون به انتهای لوله وارد شود، لوله را چند سانتی‌متر باید در راستای عمودی جابه‌جا کنیم؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵ \frac{g}{cm^۳}$ ، $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و $P_۰ = ۷۶\ cmHg$)



۱) ۳
۲) ۶۶
۳) ۱۰
۴) ۷۹

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا فشاری که بر ته لوله وارد می‌شود را به‌دست می‌آوریم:

$$F = P \times A \Rightarrow ۲۷ = P \times ۲۰ \times ۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow P = \frac{۲۷}{۲\times۱۰^{-۳}} = \frac{۲۷۰۰۰}{۲} = ۱۳۵۰۰\ Pa$$

باید Pa را به $cmHg$ تبدیل کنیم.

$$P = \rho g h \Rightarrow ۱۳۵۰۰ = ۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times h$$

$$\Rightarrow h = ۰/۱\ m = ۱۰\ cm \Rightarrow P = ۱۰\ cmHg$$

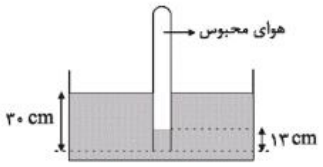
فشار وارد بر ته لوله $۱۰\ cmHg$ می‌باشد.

$$\Rightarrow P = P_۰ - P_{\text{ستون جیوه}} = ۱۰ cmHg$$
$$\Rightarrow ۷۶ - P_{\text{ستون جیوه}} = ۱۰ \Rightarrow P_{\text{ستون جیوه}} = ۶۶ cmHg$$

$$\Rightarrow \Delta h = ۶۹ - ۶۶ = ۳\ cm$$

پس لوله را می‌بایست $۳\ cm$ جابه‌جا کنیم.

(۱۲) مطابق شکل زیر، لوله‌ی قائمی به‌صورت وارون تا عمق ۳۰ cm درون مایعی به چگالی $۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۱۳cm باشد، فشار هوای محبوس در داخل لوله، چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\frac{g}{cm^۳}$ ۱۳/۶ =جیوه ρ و $P_۰ = ۷۴\ cmHg$)

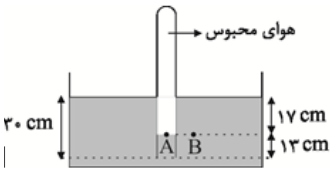


۱) ۵۷
۲) ۷۳
۳) ۷۵
۴) ۹۱

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به برابری فشار برای نقاط هم‌تراز A و B از یک مایع ساکن، می‌توان نوشت:

$P_A = P_B \Rightarrow P$ هوای محبوس $= P_۰ + P$ مایع



حال باید فشار ستون مایع بالای نقطه‌ی B را برحسب سانتی‌متر جیوه به‌دست آوریم:

مایع h مایع ρ =جیوه h جیوه ρ

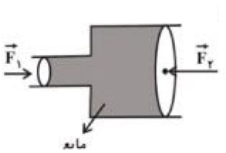
$\Rightarrow$ ۱۳/۶ × hجیوه= ۰/۸ × ۱۷ $\Rightarrow$ h جیوه = ۱ cm

$\Rightarrow P$ مایع = ۱ $cmHg$

بنابراین می‌توان نوشت:

Pهوای محبوس= $P_۰ + P$ مایع = ۷۴ + ۱ = ۷۵ $cmHg$

(۱۳) در شکل زیر، سطح مقطع پیستون کوچک‌تر $\frac{۱}{۵}$ سطح مقطع پیستون بزرگ‌تر و مایع درون ظرف ساکن است. اگر ۲۰N به نیروی $F_۱$ اضافه کنیم، نیروی $F_۲$ را چند نیوتون باید تغییر دهیم تا مایع درون ظرف ساکن بماند؟ (اصطکاک ناچیز است.)



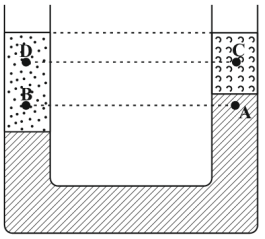
۱) ۴
۲) ۱۰۰
۳) ۲۰
۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲

بنابر اصل پاسکال، تغییر فشار در یک مایع ساکن به‌صورت یکسان به همه قسمت‌ها منتقل می‌شود. بنابراین داریم:

$$\Delta P_۱ = \Delta P_۲ \Rightarrow \frac{\Delta F_۱}{A_۱} = \frac{\Delta F_۲}{A_۲} \Rightarrow \frac{۲۰}{A_۱} = \frac{\Delta F_۲}{۵A_۱} \Rightarrow \Delta F_۲ = ۱۰۰N$$

(۱۴) مطابق شکل زیر، درون لوله U شکل سه مایع مخلوط نشدنی قرار دارد. کدام گزینه در مورد مقایسه فشار نقاط نشان داده شده در شکل، صحیح است؟



۱) $P_C > P_D$ و $P_A > P_B$

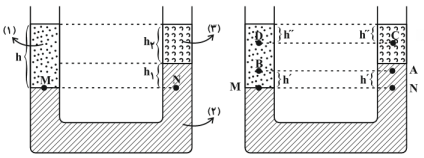
۲) $P_C < P_D$ و $P_A > P_B$

۳) $P_C > P_D$ و $P_A < P_B$

۴) $P_C < P_D$ و $P_A < P_B$

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا چگالی مایع‌های درون لوله را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. چون مایع‌های (۳) و (۱) بالاتر از مایع (۲) قرار گرفته‌اند، بنابراین $\rho_۲ > \rho_۱$ و $\rho_۲ < \rho_۳$ است. با استفاده از اصل برابری فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، فشار در دو نقطه M و N با یکدیگر برابر است.



$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_۱ gh = \rho_۲ gh_۱ + \rho_۳ gh_۲$$

$$\xrightarrow{h=h_۱+h_۲} \rho_۱ gh_۱ + \rho_۱ gh_۲ = \rho_۲ gh_۱ + \rho_۳ gh_۲$$

$$\xrightarrow{\rho_۱ gh_۱ < \rho_۲ gh_۱} \rho_۱ gh_۲ > \rho_۳ gh_۲$$

$$\Rightarrow \rho_۱ > \rho_۳ \quad \text{و} \quad \begin{cases} P_C = P_۰ + \rho_۳ gh'' \\ P_D = P_۰ + \rho_۱ gh'' \end{cases} \xrightarrow{\rho_۱ > \rho_۳} P_D > P_C$$

$$\begin{cases} P_N = P_A + \rho_۲ gh' \\ P_M = P_B + \rho_۱ gh' \end{cases} \xrightarrow{P_M = P_N} P_A + \rho_۲ gh' = P_B + \rho_۱ gh'$$

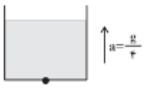
$$\xrightarrow{\rho_۲ > \rho_۱} P_A < P_B$$

(۱۵) فشار ناشی از مایع در یک نقطه از کف ظرفی که محتوی مایع است، در حال سکون برابر با $۱۲۰۰Pa$ است. اگر ظرف محتوی این مایع با شتاب $\frac{g}{۴}$ در راستای قائم رو به بالا حرکت کند، فشار ناشی از مایع در کف ظرف چند پاسکال می‌شود؟

۱) ۱۲۰۰
۲) ۹۰۰
۳) ۱۵۰۰
۴) ۳۰۰

پاسخ: گزینه ۳

می‌دانیم فشار مایع ناشی از وزن آن می‌باشد. بنابراین در حالت اول که مایع ساکن است، تنها نیرویی که فشار را ایجاد می‌کند، وزن مایع است. در این حالت داریم:



$$P = \frac{mg}{A} \xrightarrow{P=۱۲۰۰Pa} ۱۲۰۰ = \frac{mg}{A} \Rightarrow mg = ۱۲۰۰A \ (N)$$

در حالتی‌که ظرف با شتاب ثابت رو به بالا حرکت می‌کند، طبق قانون دوم نیوتون، اندازه نیرویی که فشار را ایجاد می‌کند، برابر است با:

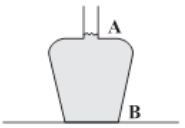
$$F_{\text{خالص}} = ma \xrightarrow{a=\frac{g}{۴}} F - mg = m \times \frac{g}{۴}$$

$$F = \frac{۵}{۴}mg \xrightarrow{mg=۱۲۰۰A} F = \frac{۵}{۴} \times ۱۲۰۰A \Rightarrow F = ۱۵۰۰ \times A$$

بنابراین طبق تعریف فشار داریم:

$$P' = \frac{F}{A} \xrightarrow{F=۱۵۰۰A} P' = \frac{۱۵۰۰A}{A} \Rightarrow P' = ۱۵۰۰Pa$$

(۱۶) در شکل زیر، مساحت مقطع ظرف در نقطه A برابر با $۲۰cm^۲$ و در کف ظرف (در نقطه B) برابر با $۱۰۰cm^۲$ است. اگر $۷۰cm^۳$ آب دیگر به آب موجود در ظرف اضافه کنیم، اندازه افزایش نیروی وارد بر کف ظرف از طرف آب چند نیوتون می‌شود؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}$)



۱) ۳/۵
۲) ۷
۳) ۳۵۰
۴) ۷۰۰

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به چگالی آب، $۷۰cm^۳$ آب معادل ۷۰ گرم آب است ($m = \rho V$). حال با توجه به اصل پاسکال داریم:

$$\Delta P_A = \Delta P_B \Rightarrow (\frac{mg}{A})_A = (\frac{F}{A})_B \Rightarrow \frac{۷۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰}{۲۰} = \frac{F}{۱۰۰} \Rightarrow F = ۳/۵N$$

(۱۷) مساحت روزنه‌ی خروج بخارآب روی درب یک زودپز،۵ میلی‌متر مربع است. جرم وزنه‌ای که باید روی روزنه قرار داد تا فشار داخل زودپز۲/۵ اتمسفر باشد، برحسب گرم کدام است؟

($۱atm = ۱۰^۵ Pa$،$g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و فشار هوای محیط یک اتمسفر است.)

۱) ۵۰
۲) ۵
۳) ۷۵
۴) ۷/۵

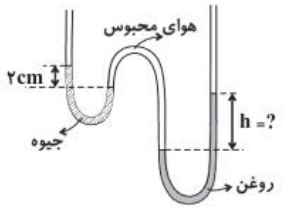
پاسخ: گزینه ۳

فشار در طرفین روزنه باید برابر باشد. فشار در یک طرف $۲/۵\ atm$ و در طرف دیگر ناشی از فشار هوا و فشار ناشی از نیروی وزن وزنه‌ی روی روزنه است. بنابراین:

$$P = P_۰ + \frac{mg}{A} \Rightarrow ۲/۵\times۱۰^۵ = ۱۰^۵ + \frac{m\times۱۰}{۵\times۱۰^{-۶}}$$

$$\Rightarrow m = ۰/۰۷۵\ kg = ۷۵\ g$$

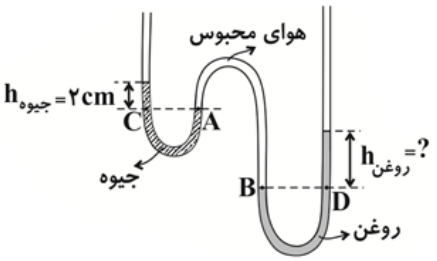
(۱۸) مطابق شکل، مقداری هوا درون لوله محبوس شده است. در این صورت ارتفاع h مشخص شده در شکل برحسب سانتی‌متر کدام است؟
($\rho_{\text{روغن}} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$)



۱) ۲/۷۲
۲) ۱۷
۳) ۲۷/۲
۴) ۳۴

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به هم‌سطح بودن نقاط A و C، فشار در این نقاط برابر است. بنابراین:



(۱) $P_A = P_C \Rightarrow P_A = P_{\text{هوا}} + \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}}$

با توجه به هم‌سطح بودن نقاط B و D داریم:

(۲) $P_B = P_D \Rightarrow P_B = P_{\text{هوا}} + \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}}$

فشار نقاط A و B، برابر فشار هوای محبوس درون لوله است. بنابراین:

$$P_A = P_B \xrightarrow{(۱),(۲)} \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}}$$
$$\Rightarrow ۱۳/۶ \times ۲ = ۰/۸ \times h_{\text{روغن}} \Rightarrow h_{\text{روغن}} = ۳۴ cm$$

(۱۹) نصف حجم استوانه‌ای از مایع با چگالی ρ_1 پر شده و نیمه بالایی آن از مایعی با چگالی ρ_2 پر شده است و فشار حاصل از دو مایع در کف استوانه برابر P_1 است. اگر این دو مایع را به هم بزنیم و دو مایع در هم حل شوند، فشار حاصل از محلول در کف استوانه برابر P_2 می‌شود. کدام رابطه درست است؟

۱) $P_2 = P_1$

۲) $P_2 > P_1$

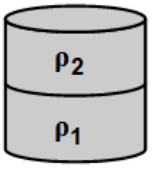
۳) $P_2 < P_1$

۴) $P_2 = \frac{\rho_1+\rho_2}{2(\rho_1-\rho_2)} P_1$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه۱

چون ظرف به صورت استوانه‌ای شکل است بنابراین در حالت اوّل نیروی وارد بر کف ظرف برابر با مجموع وزن دو مایع می‌باشد.
در حالت دوم از آن‌جا که مجموع جرم دو مایع با حالت قبل تغییر نکرده است، بنابراین نیروی وارد بر کف استوانه در این حالت با حالت قبل برابر است و لذا با توجه به رابطه $P = \frac{F}{A}$ فشار در کف استوانه ثابت می‌ماند.



(۲۰) یک فشارسنج، فشار پیمانه‌ای یک مخزن را $350kPa$ نشان می‌دهد. در صورتی‌که بارومتر محلی مقدار $75cmHg$ را نشان دهد، فشار مطلق مخزن چند کیلوپاسکال است؟ $(\rho_{Hg} = 13600\frac{kg}{m^3}, g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۱۰۲

۲) ۳۵۰

۳) ۴۵۲

۴) ۴۵۵

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

Pپیمانه‌ای $= P$مطلق $- P_0$

P_0هوا $= \rho gh \Rightarrow P_0 = 13600 \times 10 \times 75 \times 10^{-2} \Rightarrow P_0 = 102kPa$

Pمطلق $= 350 + 102 = 452kPa$

(۲۱) مخروط ناقصی مطابق شکل، روی سطح افقی قرار دارد و شعاع قاعدهٔ بزرگ ۲ برابر شعاع قاعدهٔ کوچک آن است. اگر آن را روی قاعدهٔ بزرگ بگذاریم و بخواهیم فشار وارد بر سطح افقی تغییری نکند، وزنه‌ای چند برابر وزن مخروط را باید روی آن قرار دهیم؟

۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا نسبت سطح مخروط که روی سطح افقی قرار دارد را در حالت دوم به حالت اول می‌یابیم: $\frac{A_۲}{A_۱} = \frac{\pi r_۲^۲}{\pi r_۱^۲} = ۲^۲ = ۴$

با برابر گذاشتن فشار مخروط در هر دو حالت داریم:

$$P_۲ = P_۱ \Rightarrow \frac{F_۲}{A_۲} = \frac{F_۱}{A_۱}$$

اگر وزن مخروط را با W و وزن وزنهٔ اضافه شده در حالت دوم را با W' نشان دهیم:

$$\frac{W+W'}{A_۲} = \frac{W}{A_۱} \xrightarrow{A_۲=۴A_۱} \frac{W+W'}{۴} = W \Rightarrow W' = ۳W$$

(۲۲) مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع ۴m و قطر قاعده ۱/۵m به‌طور کامل از آب پُر شده است. اگر فرض کنیم آب با تندی ثابت $۵۰\frac{cm}{s}$ از سوراخی به مساحت $۴۵cm^۲$ در انتهای این مخزن خارج شود، چند دقیقه طول می‌کشد تا این مخزن به‌طور کامل خالی شود؟ ($\pi = ۳$)

۱) ۳۰۰
۲) ۳۰۰۰
۳) ۵۰
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از تعریف آهنگ جریان شاره، داریم:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = Av$$

$$\Rightarrow \frac{\pi R^۲ h}{t} = Av \Rightarrow \frac{۳\times\left(\frac{۱/۵}{۲}\right)^۲\times۴}{t} = ۴۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۰/۵$$

$$\Rightarrow t = ۳۰۰۰s = ۵۰\,\text{min}$$

(۲۳) در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و مقداری جیوه به جرم $۴m$ ریخته شده است. جمع ارتفاع این دو مایع $۴۴cm$ است. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند کیلوپاسکال است؟

$(\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^۳} \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳} \ , \ g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

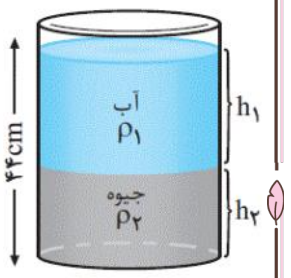
۱) ۱۷

۲) ۳۲

۳) ۴۲

۴) ۴۷

پاسخ: گزینه ۱



کمیت‌های مربوط به جیوه را با اندیس (۲) و برای آب را با اندیس (۱) در نظر می‌گیریم. برای حل مسئله ابتدا لازم است $h_۱$ و $h_۲$ را بیابیم. طبق اطلاعات مسئله $m_۲ = ۴m_۱$ است، از طرف دیگر داریم، $m = \rho V = \rho Ah$، بنابراین خواهیم داشت:

$$\left.\begin{matrix} m_۲ = ۴m_۱ \\ m = \rho V = \rho Ah \\ A_۱ = A_۲ \end{matrix}\right\} \longrightarrow \rho_۲ h_۲ = ۴\rho_۱ h_۱$$

$$\xrightarrow{\rho_۲ = ۱۳/۶ \ g/cm^۳, \ \rho_۱ = ۱ \ g/cm^۳} ۱۳/۶ h_۲ = ۴ h_۱ \Rightarrow h_۱ = ۳/۴ h_۲$$

از طرف دیگر مجموع ارتفاع‌های دو مایع $۴۴ \ cm$ است. با حل دستگاه زیر $h_۱$ و $h_۲$ به‌دست می‌آید:

$$\begin{cases} h_۱ + h_۲ = ۴۴ \ cm \\ h_۱ = ۳/۴ h_۲ \end{cases} \Rightarrow h_۲ + ۳/۴ h_۲ = ۴۴$$

$$\Rightarrow h_۲ = ۱۰ \ cm \ , \ h_۱ = ۳۴ \ cm$$

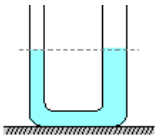
در نهایت فشار حاصل از دو مایع را به‌صورت زیر حساب می‌کنیم:

$$P = \rho_۱ gh_۱ + \rho_۲ gh_۲ \xrightarrow{\begin{matrix} \rho_۱ = ۱۰۰۰ \ kg/, \ h_۱ = ۰/۳۴ \ m \\ \rho_۲ = ۱۳۶۰۰ \ kg/, \ h_۲ = ۰/۱ \ m \end{matrix}}$$

$$P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳۴ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱ = ۳۴۰۰ + ۱۳۶۰۰$$
$$= ۱۷۰۰۰ \ Pa = ۱۷ \ kPa$$

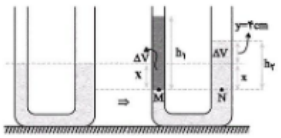
(۲۴) مطابق شکل زیر، در یک لوله U شکل که مساحت قاعده لوله سمت راست و چپ آن به‌ترتیب $۵cm^۲$ و $۲cm^۲$ است، آب وجود دارد. در لوله سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لوله سمت راست ۴ سانتی‌متر بالا رود؟

$\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\ \rho_{\text{آب}} = ۱۳۶۰۰ \frac{g}{cm^۳}\ \rho_{\text{روغن}} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}\right)$



۱) ۱۷/۵
۲) ۲۸
۳) ۳۵
۴) ۷۰

پاسخ: گزینه ۲



(۱) (۲)

مطابق شکل (۲) وقتی روغن در سمت چپ به‌اندازه x پایین رود، آب در شاخه سمت راست به‌اندازه y (نسبت به سطح تراز اولیه) به بالا رانده می‌شود. حال خط تراز جدید گذرنده از فصل مشترک دو مایع را رسم می‌کنیم. دو نقطه هم‌تراز M و N هم‌فشارند، بنابراین داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$$

$$\xrightarrow{\rho_۱ = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳},\ \rho_۲ = ۱ \frac{g}{cm^۳},\ h_۲ = ۴ + x}$$

$$۰/۸ h_۱ = ۱ \times (۴ + x) \Rightarrow ۰/۸ h_۱ = ۴ + x \quad (۱)$$

اکنون به سراغ برابری حجم جابه‌جا شده در دو شاخه می‌رویم:

$$\triangle V_{\text{روغن}} = \triangle V_{\text{آب}} \Rightarrow A_۱ x = A_۲ y$$

$$\xrightarrow{A_۱ = ۲cm^۲,\ A_۲ = ۵\ cm^۲,\ y = ۴\ cm}$$

$$۲ \times x = ۴ \times ۵ \Rightarrow x = ۱۰\ cm \quad (۲)$$

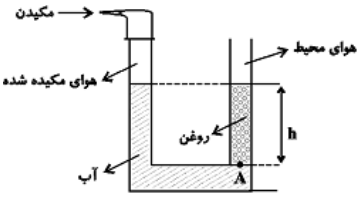
از (۱) و (۲)، $h_۱$ به‌دست می‌آید:

$$(۲) \text{ و } (۱) \Rightarrow ۰/۸ h_۱ = ۴ + ۱۰ \Rightarrow h_۱ = ۱۷/۵\ cm$$

در نهایت جرم روغن را حساب می‌کنیم:

$$m = \rho V = \rho A h = ۰/۸ \times ۲ \times ۱۷/۵ = ۲۸\ g$$

۲۵) در شکل زیر، مقداری آب و روغن در لولهٔ U شکل ریخته شده است و شخصی از لولهٔ سمت چپ هوای داخل لوله را می‌مکد. اگر فشار پیمانه‌ای هوای مکیده شده ۱۵۰۰- پاسکال باشد، h چند سانتی‌متر است؟ (ρ آب $= ۱ \frac{g}{cm^۳}$ ، ρ روغن $= ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



۱) ۰/۷۵
۲) ۰/۷
۳) ۷۵
۴) ۷۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

فشار روی سطح هم‌تراز نقطهٔ A در دو طرف لولهٔ U شکل باید برابر باشد.

$P_{\text{هوای مکیده شده}} + P_{\text{آب}} = P_{\text{روغن}} + P_{\circ}$

$\Rightarrow P_{\text{هوای مکیده شده}} = P_{\text{روغن}} - P_{\text{آب}} + P_{\circ}$

$P_{\text{شار پیماهنه ای هوای مکیده شده}} = P_{\text{روغن}} - P_{\text{آب}}$ $\Rightarrow$

$P_{\text{پیمانه ای}} = \rho_{\text{روغن}} gh - \rho_{\text{آب}} gh$

$\Rightarrow -۱۵۰۰ = ۰/۸ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ h - ۱ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ h$

$\Rightarrow h = ۰/۷۵ m = ۷۵ cm$

۲۶) در کدام یک از گزینه‌های زیر، افزایش کمیت اول، افزایش کمیت دوم را در پی خواهد داشت؟

۱) دما – کشش سطحی
۲) طول لوله مویین که در داخل مایع قرار دارد– ارتفاع ستون آب بالا رفته از آن
۳) قطر داخلی لوله مویین – ارتفاع ستون جیوه بالا رفته از آن
۴) فاصله بین مولکولی – بزرگی نیروی جاذبه برای برگشت به حالت تعادل (در همه فواصل)

پاسخ: گزینه ۳

با افزایش قطر داخلی لوله مویین، ارتفاع ستون جیوه در داخل آن افزایش می‌یابد و به سطح جیوه در داخل ظرف نزدیک‌تر می‌شود.

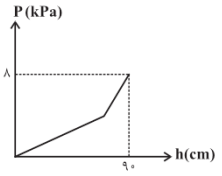
بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۱»: افزایش دما موجب کاهش نیروی هم‌چسبی شده و کاهش نیروی کشش سطحی را در پی خواهد داشت.

گزینه «۲»: با افزایش طول لوله مویین، ارتفاع ستون آب بالا رفته از آن تغییری نمی‌کند.

گزینه «۴»: در فواصل کم، با افزایش فاصله بین مولکولی، بزرگی نیروی جاذبه بازگرداننده افزایش می‌یابد. اما به دلیل کوتاه‌بُرد بودن این نیروها، در فواصل دور بزرگی آن‌ها بسیار کوچک و عملاً صفر است.

(۲۷) در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب و روغن ریخته‌ایم. چنان‌چه نمودار فشار ناشی از مایع‌ها برحسب فاصله از سطح آزاد مایع (h) مطابق شکل مقابل باشد، ارتفاع آب داخل ظرف چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$، $\rho_{آب} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ و $\rho_{روغن} = ۸۰۰\frac{kg}{m^۳}$)



۱) ۹۰
۲) ۸۰
۳) ۵۰
۴) ۴۰

پاسخ: گزینه ۴

می‌دانیم مایعی که چگالی کمتری دارد (روغن) در سطح قرار می‌گیرد و مایع با چگالی بیشتر (آب) به پایین ظرف می‌رود. بنابراین در نمودار صورت سؤال، قسمت اول نمودار (که شیب کمتری دارد) مربوط به روغن و قسمت دوم نمودار (که شیب بیشتری دارد) مربوط به آب است. چنان‌چه ارتفاع روغن را $h_۱$ و ارتفاع آب را $h_۲$ فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$h_۱ + h_۲ = ۹۰cm \text{ و } \rho_{روغن}gh_۱ + \rho_{آب}gh_۲ = ۸۰۰۰Pa$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۸۰۰۰h_۱ + ۱۰۰۰۰h_۲ = ۸۰۰۰ \\ h_۱ + h_۲ = ۹۰cm \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۸h_۱ + ۱۰h_۲ = ۸ \ (۱) \\ h_۱ + h_۲ = ۰/۹m \ (۲) \end{cases}$$

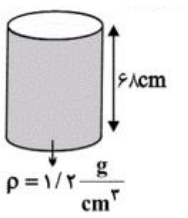
با حل همزمان معادله‌های (۱) و (۲) داریم:

$$h_۱ = ۰/۵m \ , \ h_۲ = ۰/۴m$$

بنابراین ارتفاع آب داخل ظرف $۴۰cm$ ($h_۲ = ۰/۴m$) است.

دقت کنید از آن‌جایی که مقادیر معادله (۱) را بر حسب یکای SI نوشتیم، برای حل همزمان دو معادله لازم بود مقادیر معادله (۲) را نیز بر حسب یکای SI (متر) بنویسیم.

(۲۸) ظرفی استوانه‌ای مطابق شکل توسط مایعی با چگالی $۱/۲\frac{g}{cm^۳}$ به‌طور کامل پُر شده است. برای این‌که فشار کل در کف ظرف ۲ درصد کاهش یابد، تقریباً چند سانتی‌متر از ارتفاع مایع باید کم شود؟ ($P_۰ = ۷۴cmHg$, $\rho_{جیوه} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}$)



۱) ۱۸
۲) ۵۰
۳) ۱۳
۴) ۶۶/۶

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا فشار کل در کف ظرف برحسب $cmHg$ از رابطه زیر به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{مایع}h_{مایع} = \rho_{جیوه}h_{جیوه}$$
$$\Rightarrow ۱/۲ \times ۶۸ = ۱۳/۶ \times h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = ۶cm$$
$$\Rightarrow P_{مایع} = h_{جیوه} = ۶cmHg$$
$$P_{کف\ ظرف} = P_{مایع} + P_۰ = ۶cmHg + ۷۴cmHg = ۸۰cmHg$$

اگر بخواهیم فشار در کف ظرف۲% کاهش یابد، داریم:

$$P' = \text{کل در کف ظرف} = \frac{۹۸}{۱۰۰} \times ۸۰ = ۷۸/۴cmHg$$

$$P' = \text{کل در کف ظرف} = P'_{مایع} + P_۰ \Rightarrow ۷۸/۴ = P'_{مایع} + ۷۴$$

$$\Rightarrow P'_{مایع} = ۴/۴cmHg$$
$$\rho_{مایع}h_{مایع} = \rho_{جیوه}h_{جیوه} \Rightarrow ۱/۲ \times h' = ۱۳/۶ \times ۴/۴$$

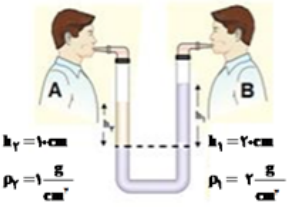
$$\text{تغییرات ارتفاع} = ۶۸ - ۵۰ \simeq ۱۸cm \Rightarrow h' \simeq ۵۰cm$$

(۲۹)

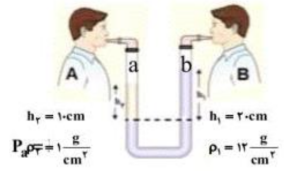
مطابق شکل دو نفر در حال فوت کردن از دو سمت لوله U شکل هستند.یکی ازسمت A

و دیگری از سمت B درحال فوت کردن هستند.مایع ها در حالت تعادل قرار دارند.

اختلاف فشار هوای درون ریه دو شخص چقدر است؟($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



از یکسان بودن فشار در نقاط هم تراز a و b می توان نوشت:



اگر فشار هوای درون ریه ها را به ترتیب P_A و P_B فرض کنیم، داریم:

$$P_a = P_b$$

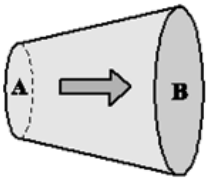
$$P_A + \rho_۲ g h_۲ = P_B + \rho_۱ g h_۱$$

$$P_A + (۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۲}) = P_B + (۲ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۲})$$

$$P_A + ۱۰۰۰ = P_B + ۴۰۰۰$$

$$P_A - P_B = ۳۰۰۰ Pa$$

۳۰ شکل زیر، لوله‌ای با قطر متغیر را نشان می‌دهد که آب از چپ به راست به‌صورت لایه‌ای در آن جریان دارد. اگر از مقطع A تا مقطع B، قطر مقطع لوله ۲۵ درصد افزایش یابد، به‌ترتیب از راست به چپ تندی جریان آب و فشار آب از A تا B چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۶۴ درصد افزایش ـ کاهش می‌یابد.
۲) ۳۶ درصد افزایش ـ کاهش می‌یابد.
۳) ۶۴ درصد کاهش ـ افزایش می‌یابد.
۴) ۳۶ درصد کاهش ـ افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۴

طبق معادله پیوستگی ($A_1 v_1 = A_2 v_2$) و اینکه قطر سطح مقطع ۲۵% افزایش یافته، ابتدا تغییرات تندی آب را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$D_2 = D_1 + \frac{25}{100} D_1 = 1/25\, D_1 = \frac{5}{4} D_1$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = \left(\frac{l}{\frac{5}{4} l}\right)^2 = 0/64$$

$$\Rightarrow v_2 = 0/64 v_1$$

$$\text{درصد تغییرات سرعت} = \frac{\Delta v}{v_1} \times 100 = \frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات سرعت} = \frac{0/64 v_1 - v_1}{v_1} \times 100 = -36\ \%$$

بنابراین تندی جریان آب ۳۶ درصد کاهش یافته است.

طبق اصل برنولی، با کاهش تندی شاره، فشار افزایش می‌یابد.